



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**ADRIANA LUIZA FERREIRA**

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINA EM FRUTA E  
POLPA DE MORANGO**

Assis

2014

ADRIANA LUIZA FERREIRA

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINA EM FRUTA E  
POLPA DE MORANGO

Trabalho apresentado ao Programa de Iniciação Científica (PIC) do Instituto Municipal de Ensino Superior do Município de Assis – IMESA, e à Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA.

Orientanda: Adriana Luiza Ferreira

Orientadora: Elaine Amorim Soares Menegon

Linha de Pesquisa: Ciências Exatas e da Terra

Assis  
2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, Adriana Luiza

Extração e quantificação de antocianina em fruta e polpa de morango /

Adriana Luiza Ferreira. Fundação Educacional do Município de Assis- FEMA - Assis, 2014.

44 p.

Orientador: Elaine Amorim Soares Menegon.

Programa de Iniciação Científica – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Morango. 2.Antocianina.

CDD:660

Biblioteca da FEMA

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus que está sempre ao meu lado, a minha família, em especial a minha mãe e minha irmã pelo apoio, ao meu namorado Rodolfo por toda ajuda e incentivo e a todos que contribuíram com essa pesquisa científica.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me abençoar desde o início com essa pesquisa científica, contribuindo para mais uma etapa a ser concluída em minha vida.

A minha orientadora e professora Elaine Amorim Soares Menegon, por aceitar me orientar nessa pesquisa, pela constante ajuda e dedicação em aprimorar mais este trabalho, que contribuíram muito para o meu aprendizado.

A professora Mary Leiva Faria, que contribuiu para o enriquecimento do trabalho, agradeço-a, pois sua ajuda foi de extrema importância para conclusão dessa pesquisa.

A coordenadora e professora Gilcelene Bruzzon pela ajuda no início para me inscrever com o pré-projeto.

A minha mãe, Neusa L. C. Ferreira, pelos constantes ensinamentos e incentivo na minha realização profissional e pessoal.

A minha irmã e amiga, Ana Paula Ferreira da Silva, pelo apoio e auxílio desde o pré-projeto até a conclusão, bem como agradeço as correções que contribuíram muito para aperfeiçoamento desse.

Ao meu cunhado, Eduardo Vinicius da Silva, pelas dicas e ajuda durante todo o percurso dessa pesquisa.

Ao meu sobrinho, Guilherme, pelo simples sorriso que torna minha vida mais feliz.

Ao meu namorado Rodolfo José Tófoli, que sempre esteve ao meu lado desde o princípio dessa pesquisa, me ajudando, auxiliando, incentivando e apoiando em todos os momentos, meu muito obrigado.

Aos meus sogros, Edlene e Carlos, por todo apoio e incentivo.

Agradeço a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução desse trabalho: familiares, coordenadora, amigos e professores.

“Bem aventurado o homem que encontra sabedoria, e o homem que adquire conhecimento, pois ela é mais proveitosa que a prata, e dá mais lucro do que o ouro”.

Provérbios (3:13-14)

## RESUMO

A antocianina presente na cultura de morango é responsável pela coloração vermelha intensa da fruta e desempenha importantes funções como: proteção à ação da luz; mecanismo de defesa; função biológica; e atividade anticarcinogênica, antiangiogênica e antioxidante, sendo esta mais eficaz quando comparadas a outros antioxidantes clássicos. Quando adicionada aos alimentos, por serem pigmentos hidrossolúveis, conferem a coloração aos alimentos, oscilando entre vermelho, laranja e roxo, de acordo com condições intrínsecas, como o pH, a temperatura e a presença de oxigênio. O presente trabalho foi extrair e quantificar a antocianina presente em amostras de morango e de polpa de morango utilizando os métodos de pH Único e de pH Diferencial. Efetuou-se a análise de antocianina de acordo com o método de Teixeira; Stringheta & Oliveira (2008), mediante extração com etanol acidificado com HCl e leitura em espectrofotômetro em 535 nm. Através dos resultados obtidos observou-se que a concentração de antocianina foi maior na amostra de fruta do que na de polpa. A perda relacionada nesse trabalho em relação à polpa da fruta foram de 63% e 48% respectivamente para o pH Único e para o pH Diferencial. O pH Único mostrou-se mais eficiente para extração de antocianina em morangos. Os resultados obtidos por esse método foram de 8,75 mg/100g para fruta e de 5,13 mg/100g para polpa.

**Palavras chave:** Morango; Antocianina.

## ABSTRACT

Anthocyanin present in strawberry culture is responsible for the deep red color of the fruit and performs important functions such as protecting the action of light; defense mechanism; biological function; and ant carcinogenic activity, anti-angiogenic and anti-oxidant, which is more effective when compared to other classic antioxidants. When added to foods because they are water soluble pigments impart coloration for food, ranging from red, orange, and purple, according to intrinsic conditions such as pH, temperature and presence of oxygen. This study was to extract and quantify this anthocyanin in strawberry samples and strawberry pulp using the Single pH methods and Differential pH. Performed the analysis of anthocyanin according to the method of Teixeira; Stringheta; Oliveira (2008), by extraction with ethanol acidified with Hydrochloric acid and reading spectrophotometer at 535 nm. From the results obtained it was found that the concentration of anthocyanin in the fruit was higher than in samples of pulp. The related loss this work, in relation to the fruit pulp was 63% and 48% respectively for the Single pH and the pH differential. The Single pH method was more efficient for anthocyanin extraction strawberries. The results obtained by this method were 8.75 mg/100g for fruit and 5.13 mg/100g for pulp.

**Keywords:** Strawberry; Anthocyanin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - a. Estrutura do cátion 2-fenilbenzopirílio b. Antocianina .....	17
Figura 2 - Mudanças nas estruturais das antocianinas em meio aquoso em função do pH .....	19
Figura 3 - Antocianinas mais encontradas em alimentos .....	22
Figura 4 - Fluxograma do método de extração de antocianina .....	31
Figura 5 - Sequência de coloração dos pHs, da direita para a esquerda apresenta o pH 2,0, pH 1,0 e o pH 4,5. ....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado das absorvâncias obtidas da extração de antocianina.	33
Tabela 2 - Média das absorvâncias obtidas nas amostras de fruta e polpa. ..	34
Tabela 3 - Resultado da quantidade de antocianina presente em cada amostra expresso em mg/100 g. ....	36
Tabela 4 - Média dos pHs para obtenção do pH Diferencial.....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação entre a absorvância obtida em relação à concentração (Extrato diluído).....	36
Gráfico 2 - Diferença entre as concentrações de antocianinas na amostra de fruta e polpa em relação ao pH Único e o pH Diferencial .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 ANTOCIANINA</b> .....	<b>17</b>
2.1 CARACTERÍSTICA FÍSICA E ESTRUTURAL .....	17
2.2 MUDANÇA NO pH.....	18
2.3 IMPORTÂNCIA.....	20
2.4 UTILIZAÇÕES NA INDÚSTRIA.....	21
<b>3 MORANGOS</b> .....	<b>24</b>
3.1 IMPORTÂNCIA.....	24
3.2 ÉPOCA .....	25
3.3 POLPA.....	25
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
4.1 MATERIAIS .....	28
4.1.1 Frutos e polpa do morango .....	28
4.1.2 Reagentes .....	29
4.1.3 Equipamentos.....	29
4.2 MÉTODOS.....	29
4.2.1 Preparo das amostras.....	29
4.2.2 Extração e quantificação das antocianinas .....	30
<b>5 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1 ABSORBÂNCIAS OBTIDAS.....	33
5.2 CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINA EM CADA AMOSTRA .....	36

5.3 COMPARAÇÃO DA DIFERENÇA NA CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINA ENTRE A FRUTA E A POLPA.....	38
5.4 PORÇÃO DIÁRIA DE MORANGO E QUANTIDADE DE ANTOCIANINA INGERIDA .....	39
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O morango é uma planta de pequeno porte, pertencente à família das Rosáceas. Segundo a Embrapa, das 105 mil toneladas de morango que o Brasil produz por ano, Minas Gerais responde por 50%; São Paulo, 22%; e Rio Grande do Sul, 16% (TIEPPO, 2013).

São Paulo é o segundo maior produtor de morango, sendo que a cultura é praticada por pequenos produtores rurais que utilizam a mão-de-obra familiar, a maior parte da produção é destinada ao mercado "in natura". Os municípios paulistas de Atibaia e Jarinu têm oitenta propriedades com plantações de morango. As cidades produzem 24 mil toneladas ao ano, e só perdem em quantidade para o sul de Minas Gerais (SILVEIRA, 2013).

O morango é rico em vitaminas C, A, E, B5 e B6; apresenta minerais, como: cálcio, potássio, ferro, selênio e magnésio; possui boa quantidade de fibras alimentares; e por ser rico em flavonóides, é considerado como um importante agente antioxidante no organismo dos seres humanos (DANTAS, 2013).

O consumo do morango está ligado não somente à forma e ao tamanho, mas também ao aroma e à cor vermelha que é um importante componente na aparência de morangos, sendo um atrativo aos consumidores. Essa coloração intensa se deve às antocianinas presentes nos frutos, principalmente na epiderme e nos aquênios (BORDIGNON JUNIOR *et al.*, 2009).

As antocianinas é uma classe dos flavonóides, substâncias orgânicas dos compostos fenólicos. Caracterizam-se, após a clorofila, como um grupo de pigmento de maior distribuição no reino vegetal. Responsável por diversas cores em frutas, legumes e hortaliças, como azul, roxo, violeta, magenta, vermelho e laranja (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O termo antocianina é de origem grega, derivada de duas palavras: *anthos* (uma flor) e *kyanos* (azul escuro). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal (LOPES *et al.*, 2007).

As funções que desempenham são bem variadas, dentre estas, destacam-se: atividade anticarcinogênica, antiangiogênica e antioxidante; proteção à ação da luz; mecanismo de defesa; e função biológica (BRILHANTE 2013). A função oxidante das antocianinas são mais eficazes quando comparadas a outros antioxidantes clássicos, como: butilato hidroxil anisol, butilato hidroxil tolueno e alfa tocoferol (vitamina E) (LOPES *et al.*, 2007).

A indústria alimentícia vem substituindo os corantes artificiais por corantes naturais como as antocianinas, devido às restrições legais, à utilização de determinados corantes sintéticos, ao consumidor que cada vez mais está disposto a consumir alimentos isentos de produtos químicos sintéticos, dando preferência ao natural e ao saudável (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

Esse agente natural, quando adicionado a alimentos, por serem pigmentos hidrossolúveis, confere a coloração aos alimentos, oscilando entre vermelho, laranja e roxo, de acordo com condições intrínsecas, como o pH, temperatura e presença de oxigênio (LOPES *et al.*, 2007). Além das propriedades químicas e sensoriais desejáveis, suas propriedades funcionais contribuem também para a agregação de valor à imagem final do produto (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

São poucas as fontes de antocianinas comercialmente utilizadas, apesar de existirem aproximadamente 400 tipos de antocianinas presentes em diversas plantas como uva, cereja, morango, amora, maçã, azeitona, figo, marmelo, jabuticaba, cacau, repolho roxo, rabanete, berinjela, feijão, entre outras, poucas delas apresentam-se como fonte comercial desse pigmento (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

Os chineses e a cultura indígena estão utilizando as antocianinas em forma de extratos e misturas nos seus hábitos alimentares, devido as suas ações medicinais no combate à hipertensão, febre, disenteria, diarreia, problemas no trato urinário, como pedras nos rins, e até gripes e resfriados (SILVA, 2007).

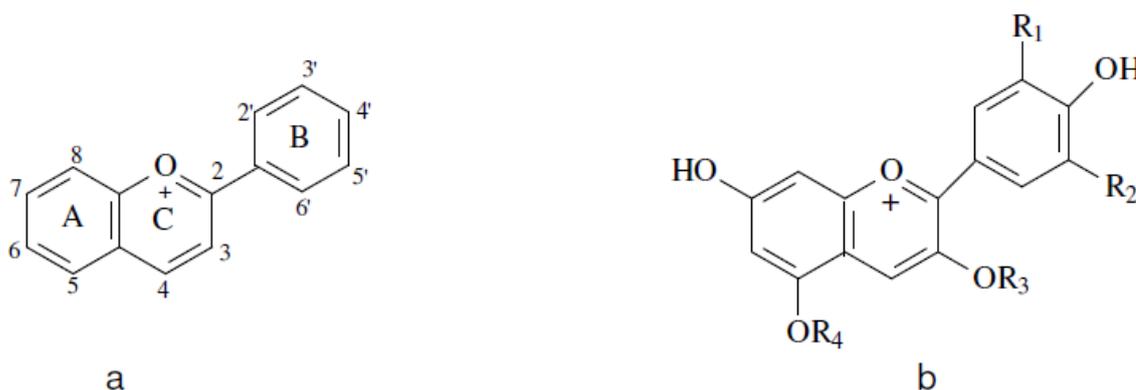
Assim, o presente trabalho tem por finalidade extrair e quantificar o composto antocianina presente na cultura de morango da região de Assis – SP, em diferentes pHs, tendo por finalidade o estudo da quantidade de fruto ou polpa de morango a ser

consumida diariamente, devido aos benefícios que esse composto traz à saúde do ser humano.

## 2 ANTOCIANINA

### 2.1 CARACTERÍSTICA FÍSICA E ESTRUTURAL

Antocianinas (Figura 1b) são consideradas antocianidinas com uma ou mais unidades de açúcar ligado ao núcleo flavílico. São sais derivados do cátion flavílico, 2-fenilbenzopirílio (Figura 1a), em que sua estrutura é formada por dezesseis átomos, quinze carbonos e um oxigênio, todos com hibridização  $sp^2$ . Dos dezesseite elétrons  $p$ , um elétron ocuparia um orbital antiligante, sendo facilmente removido, originando a forma catiônica (LIMA, 2007).



**Figura 1 - a. Estrutura do cátion 2-fenilbenzopirílio b. Antocianina (In: LIMA, 2007, p. 16)**

O que difere as diferentes formas de antocianinas existentes é o número de grupos hidroxílicos e/ou metoxílicos presentes na aglicona, número e posição dos açúcares e de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados à molécula de açúcar (LIMA, 2007).

Estão presentes em diferentes órgãos da planta, como nas flores, caules, folhas e raízes, sendo encontrada em maior quantidade nas angiospermas (BRILHANTE *et al.*, 2013). Atuam como filtro às radiações ultravioleta nas folhas, melhoram e regulam a taxa de fotossíntese (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

Já as antocianinas livres são raramente encontradas em plantas, estão presentes na forma glicosilada com açúcares que auxiliam na estabilização da molécula (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008). Os principais açúcares que se ligam as antocianidinas são: a glicose, a arabinose, a galactose, a ramnose e a xilose. Em menor intensidade são encontrados di e trissacarídeos (LIMA, 2007).

São consideradas moléculas polares em razão da presença de grupos substituintes (hidroxilas, carboxilas e metoxilas) e glicosilas residuais ligados aos seus anéis aromáticos. Devido a isso, são mais solúveis em água do que em solventes apolares. Em alguns casos, dependendo das condições do meio, as antocianinas podem ser solúveis em éter. Esta característica ajuda na extração e separação das antocianinas (LOPES *et al.*, 2007).

## 2.2 MUDANÇA NO pH

As estruturas das antocianinas sofrem influência de diversos fatores, como: temperatura, substituição dos grupos hidroxila e metoxila na molécula, mudança de pH e possíveis com outras substâncias químicas, o que confere a elas, diferentes colorações (BRILHANTE *et al.*, 2013).

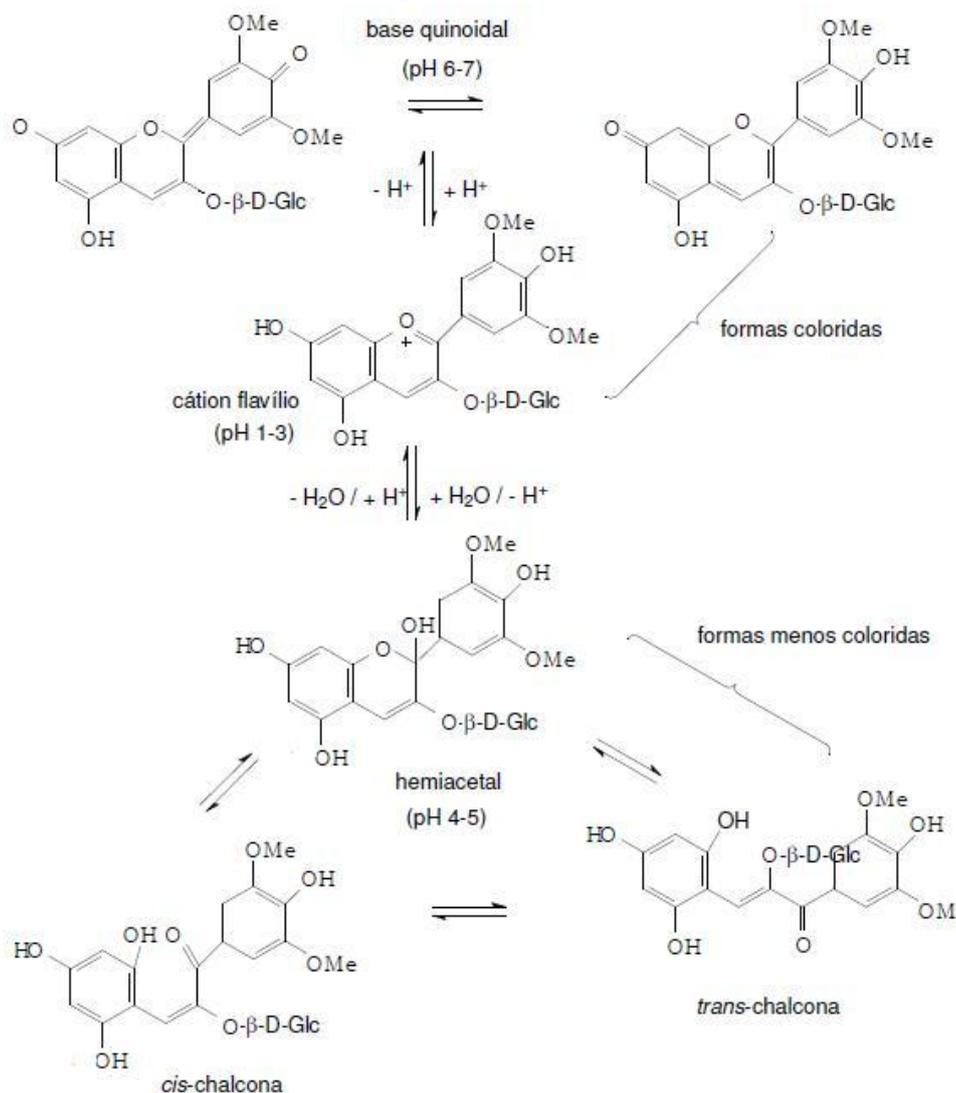
As antocianinas apresentam-se, em solução aquosa, na forma de uma mistura de diferentes estruturas em equilíbrio: cátion *flavilium* (vermelho), base anidra quinoidal (azul), pseudo-base carbitol (incolor), e chalcona (incolor ou levemente amarela) (LOPES *et al.*, 2007).

Em pH ácido, as antocianinas apresentam-se numa tonalidade vermelho brilhante, na forma catiônica, sendo mais estável (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008). Com o aumento do pH, a intensidade de cor diminui e em solução alcalina, a cor azul é obtida, porém é instável, ocorrendo uma rápida desprotonação para formar a base quinoidal. (LOPES *et al.*, 2007).

Em meio aquoso, a hidratação do cátion *flavilium* leva ao equilíbrio entre a forma carbitol e chalcona. As soluções contendo pigmentos com pH acima de 7,0, gradualmente mudam a coloração de tonalidade azul para amarela, como um

resultado indireto da formação de chalcona, via fissão do anel da anidrobases (LOPES *et al.*, 2007).

A figura 2 mostra as mudanças que ocorrem na estrutura das antocianinas em meio aquoso em função do pH.



**Figura 2 - Mudanças nas estruturais das antocianinas em meio aquoso em função do pH (In: LIMA, 2007, p. 19)**

A presença de um ou mais grupos acila, na molécula de antocianina, inibe a hidrólise do cátion *flavilium* (vermelho) para formar a base carbitol (incolor), permitindo a formação preferencial da base quinoidal (azul), resultando em pigmentos menos sensíveis às mudanças de pH (ou seja, eles mantêm a coloração

em meio levemente acidificado a neutro). Os pigmentos acilados são mais estáveis do que seus análogos não acilados (LOPES *et al.*, 2007).

A temperatura juntamente com a mudança de pH, também interfere na estrutura, em temperatura ambiente e em meio levemente acidificado, o equilíbrio entre as formas carbitol e chalcona é muito lento e leva horas para ser atingido. Com o aumento da temperatura, o equilíbrio desloca na direção da formação da base chalcona (LOPES *et al.*, 2007).

### 2.3 IMPORTÂNCIA

As antocianinas são consideradas umas das responsáveis pela grande interação entre plantas e animais, pois apresentam atividade inibidora sobre o crescimento de larvas de alguns insetos. E devido às cores vivas e intensas que elas produzem, participam dos mecanismos reprodutores das plantas, tais como a capacidade de agirem como atraentes de insetos e pássaros para polinização e dispersão das sementes. Nas plantas, apresentam as funções também de antioxidantes, de proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e na função biológica (LIMA, 2007).

Desempenham um papel importante na saúde humana também, pois agem na prevenção de doenças como câncer, diabetes, desordens cardiovasculares e neurológicas. Sendo que estudos mais recentes mostraram que esses compostos naturais são responsáveis por redução da pressão arterial, melhoria da visão, alta atividade anti-inflamatória e anti-microbiana e supressão da proliferação de células cancerígenas humanas (SILVA, 2007).

O principal emprego biológico atribuído às antocianinas é a atividade antioxidante, devido a sua estrutura química ser formada por três anéis, que possuem ligas duplas conjugadas e também hidroxilas distribuídas ao longo da estrutura que possibilitam o sequestro de radicais livres, causadores de danos celulares e doenças degenerativas (BORDIGNON JUNIOR *et al.*, 2009).

## 2.4 UTILIZAÇÕES NA INDÚSTRIA

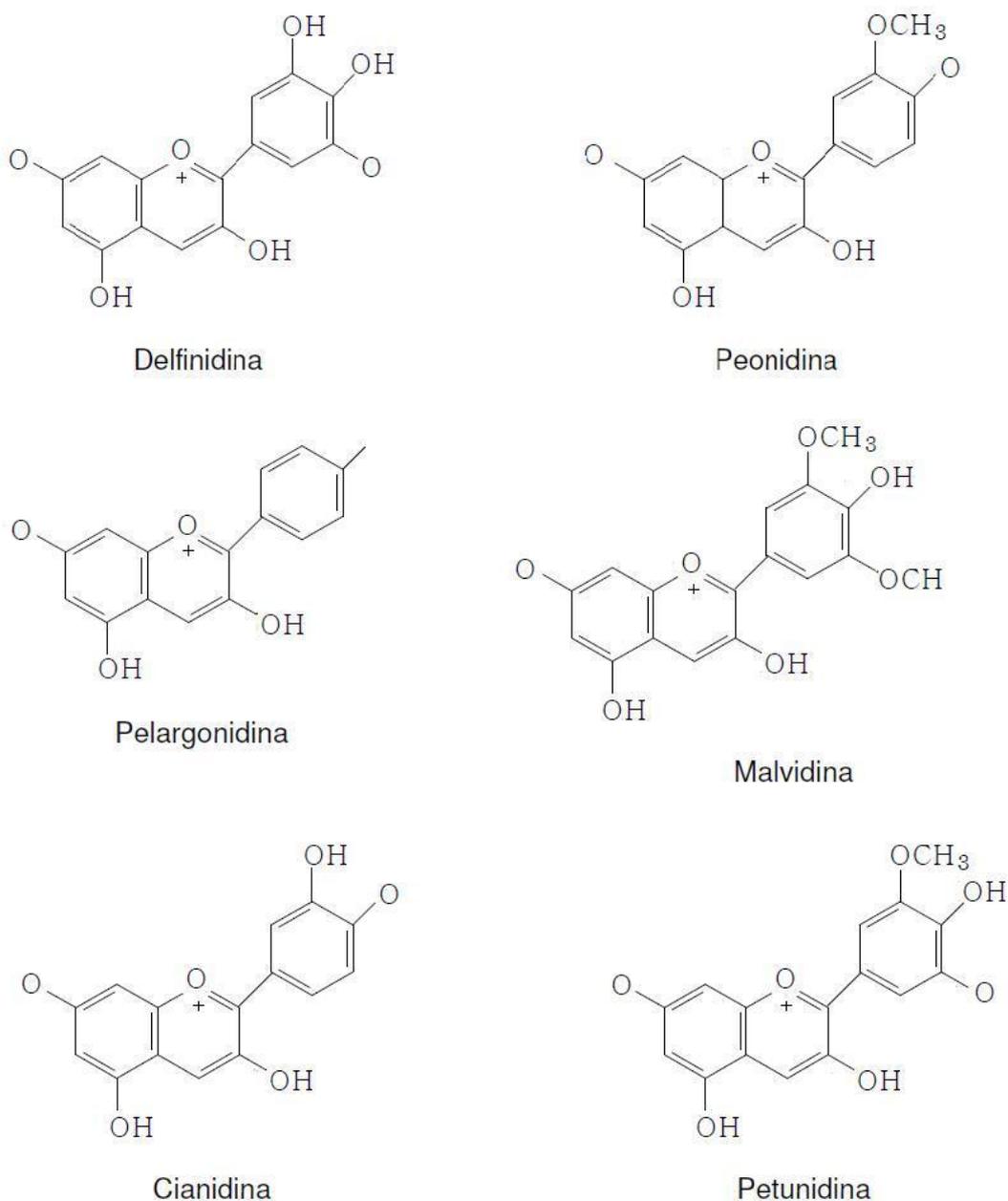
Na indústria de alimento, utiliza-se muito a adição de corantes, já que a cor e a aparência têm um papel importante na aceitação dos produtos pelo consumidor. Os corantes mais usados são os de origem sintética, por terem menores custos de produção, maior estabilidade e capacidade tintorial (LOPES *et al.*, 2007).

Porém, a quantidade de aditivos sintéticos permitidos nos países desenvolvidos vem diminuindo a cada ano. No Brasil, segundo a Portaria nº 17, em 07.08.1987, a DINAL, vem sendo proibida a utilização de alguns corantes sintéticos (LOPES *et al.*, 2007)

Visando atingir o público alvo que está cada vez mais disposto a consumir alimentos isentos de produtos químicos sintéticos, dando preferência ao natural e ao saudável e devido à necessidade de substituir esses corantes artificiais, a indústria de alimentos, vem buscando desenvolver corantes alimentícios através de pigmentos naturais de origem vegetal e animal (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

Um agente natural, que vem sendo estudado para substituir os corantes sintéticos, é a antocianina, pois compõe o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal, além de atuar como agentes da coloração natural em alimentos, sendo responsável pelos tons compreendidos desde a coloração vermelha até a coloração azul em muitas frutas, legumes e hortaliças (LOPES *et al.*, 2007).

As antocianinas mais comuns utilizadas nos alimentos são: delfinidina, peonidina, pelargonidina, malvidina, cianidina e petunidina (LIMA, 2007), suas estruturas estão representadas na figura 3. Sendo que as duas antocianinas glicosiladas mais encontradas nas frutas de morango, que dão a cor vermelha do morango são: pelargonidina e a cianidina.(SILVA, 2007).



**Figura 3 – Antocianinas mais encontradas em alimentos (In: LIMA, 2007, p. 18)**

Este agente natural, quando adicionado a alimentos, além de conferir a coloração propicia a prevenção contra auto-oxidação e peroxidação de lipídeos em sistemas biológicos (LOPES *et al.*, 2007).

Porém, as antocianinas apresentam algumas desvantagens em relação aos corantes sintéticos, devido à mudança de coloração decorrente de reações químicas dos produtos alimentícios, apresentam também baixa estabilidade ao pH, à luz, à

presença endógena de enzimas, à temperatura de processamento e ao menor poder tintorial. Durante a preparação e processamento dos alimentos, o conteúdo de antocianinas pode decrescer em até 50%, seja durante a lavagem com água devido à sua solubilidade ou pela remoção de porções dos alimentos que sejam ricas em flavonóides (LOPES *et al.*, 2007).

Entretanto, sua ação como corante natural não apresentam nenhum efeito adverso à saúde, além de apresentarem propriedades químicas e sensoriais desejáveis e funcionais, contribuindo assim, para a agregação de valor à imagem final do produto (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

## 3 MORANGOS

### 3.1 IMPORTÂNCIA

A cor vermelha da fruta, responsável por grande parte dos benefícios do morango, indica que poderosos antioxidantes se encontram no alimento, como a antocianina, que favorece o funcionamento do cérebro, ao atrasar o declínio cognitivo em até dois anos e meio (SANTOS, 2009).

Segundo a nutricionista Pâmela Miguel, da clínica Dra. Fernanda Granja de Nutrição Funcional, em São Paulo, ao ingerir antioxidantes, que são encontrados em maiores quantidades nos morangos orgânicos, eles protegem o organismo dos radicais livres, que aceleram o envelhecimento, levam a doenças cardiovasculares, danificam o DNA das células e podem causar alguns tipos de câncer (SALEM, 2012).

Além de poucas calorias, o morango tem um alto poder anti-inflamatório, destaca-se também por oferecer boas doses de potássio, mineral que ajuda a evitar a retenção de líquidos (SALEM, 2012).

Os morangos também possuem grande importância para a saúde sendo estes ricos em vitamina C, que reforça o sistema imunológico e favorece a formação de colágeno essencial para melhorar a firmeza da pele, fortalecer o cabelo e as unhas além de apresentar boa fonte de fibras solúveis e insolúveis, que colaboram para o bom funcionamento do intestino e a redução do mau colesterol. Cerca de 8 morangos de tamanho médio contêm aproximadamente 160%, 20% e 16% do consumo diário recomendado de vitamina C, de ácido fólico e de fibras, respectivamente (DANTAS, 2013).

### 3.2 ÉPOCA

O início do cultivo do morangueiro no Brasil não é bem conhecido. Entretanto, a cultura começou a expandir-se a partir de 1960, em Campinas. A produtividade média por Estado, em toneladas por hectare, é de 32,7 no Rio Grande do Sul; 21,3 no Paraná; 25,2 em Minas Gerais; 34 no Espírito Santo e São Paulo. Na última década, verificou-se um interesse crescente pela implantação da cultura, justificado pela grande rentabilidade (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2007).

A época de plantio para produção de frutos varia conforme a região, sendo realizado a partir de março em Minas Gerais e São Paulo, até o final de maio e início de junho na Serra Gaúcha - RS. Com as novas variedades e sistemas de produção mais adequados, é possível produzir morango nos 12 meses do ano. A produção de morangos é concentrada entre junho (inverno) a novembro (final da primavera), havendo redução dos preços pagos ao produtor. Com produção fora de época, em regiões mais altas e frias, entre janeiro a março, no verão brasileiro (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2007).

A produção de morango, dentro do conjunto dos cultivos dos pequenos frutos, é de grande importância em termos econômicos e sociais, por mobilizar produtores com escalas produtivas bem variadas, pequenos e grandes produtores que abrangem mercados dos locais aos mercados globais. Sendo que a grande variabilidade de cultivo e entre safras, mostra que fatores climáticos e o grau de maturação têm forte influência nos níveis de antocianinas (SILVA, 2007).

### 3.3 POLPA

Segundo a Resolução – CNNPA nº 12, de 1978, polpa de fruta é definida como um produto obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas carnosas por processos tecnológicos adequados. Deve ser preparada com frutas sãs, limpas, isentas de parasitos e de detritos animais ou vegetais. Não deve conter fragmentos das partes não comestíveis da fruta, nem substâncias estranhas à sua composição

normal, exceto as previstas nesta norma, com tolerância a adição de sacarose em proporção a ser declarada no rótulo (ANVISA, 1978).

Todos os produtos processados de morango, como: polpa, geléia e sucos, devido a sua composição química complexa, têm vida de prateleira relativamente curta, com perdas expressivas de cor e sabor, mesmo elaborados e embalados com alta tecnologia. A perda de qualidade é diretamente proporcional ao tempo e temperatura elevados ao qual o produto é exposto no processamento e durante seu período de comercialização. Devido a isso grande parte da safra deve ser armazenada para posterior processamento (MARTIM, 2005).

O processamento térmico foi o primeiro método usando na conservação do morango, mesmo causando alterações de sabor e cor ainda é praticado para diversas finalidades, para fabricação de sorvetes, recheios de doces, iogurtes, e minimizam as alterações de cor e sabor, por meio da adição de agentes flavorizantes e corantes (MARTIM, 2005).

Os processos mais conhecidos são: pasteurização em recipientes metálicos que é realizada normalmente a 90-95°C por um tempo de 1 minuto é o suficiente para a eliminação dos micro-organismos que podem danificar o produto; e enchimento asséptico que basicamente engloba uma combinação de princípios de esterilização à alta temperatura durante um breve período de tempo, sendo que o produto é rapidamente esterilizado e resfriado, antes de ser acondicionado nas embalagens sob condições de assepsia (BRAGANTE, 2009).

O congelamento do morango, para uso posterior é o método de conservação mais utilizado, uma vez que o congelamento bem conduzido preserva a cor e sabor, afetando unicamente a textura. Entretanto, para algumas finalidades ainda se pratica a conservação por aditivos químicos (EMBRAPA, 2005).

Os principais aditivos utilizados são o ácido benzóico e o ácido sórbico, geralmente na forma de sais de sódio e potássio, que são mais solúveis. Os limites legais para estes conservantes, no produto final são de 0,1% sobre o peso, e todos os aditivos devem obrigatoriamente ser declarados no rótulo. O benzoato de sódio apresenta maior atividade contra bactérias e leveduras, enquanto que o sorbato de potássio apresenta maior atividade sobre os fungos (EMBRAPA, 2005).

Outro aditivo para a conservação de polpas é o dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), geralmente na forma de sais (metabissulfitos). Estes têm a vantagem de serem evaporados quando o produto é aquecido. Como maior desvantagem é sua evaporação durante o armazenamento e descoloração da cor vermelha do morango, alterando assim o pigmento antocianina (ANDRADE, 2004).

Durante a etapa de processamento térmico da polpa, ocorre reações enzimáticas, em que o grupo Polifenoloxidases (PPO), em baixa resistência térmica (à partir de  $70^\circ\text{C}$ ), rompe as estruturas celulares dos tecidos e em presença de ar catalisam a oxidação de substâncias como as antocianinas, gerando compostos escuros. Podem ocorrer também, durante o processamento, muitas outras reações como: a reação de Maillard, escurecimento do Ácido Ascórbico, Caramelização, Oxidação de Polifenóis. Para evitar que essas reações ocorram é realizada adição de  $\text{SO}_2$ , adição de açúcar não-redutor, diminuição do pH e inibição enzimática. (ANDRADE, 2004).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 MATERIAIS**

- Algodão;
- Almofariz e pistilo;
- Balão volumétrico de 100 mL;
- Béquer;
- Cubeta quartzo;
- Erlenmeyer;
- Bastão de vidro;
- Funil de vidro;
- Papel Alumínio;
- Papel filtro;
- Pipeta volumétrica de 5 mL, de 10mL e de 20 mL;
- Proveta;
- Tubos de ensaio.

#### **4.1.1 Frutos e polpa do morango**

Os frutos e a polpa do morango foram adquiridos no comércio da cidade de Assis – SP.

### 4.1.2 Reagentes

Abaixo está o modo de preparo de cada reagente utilizado durante todo o processo das análises.

- Solução extratora: Álcool etílico absoluto com água destilada na proporção 70:30 (v/v).
- Solução pH Único: Álcool etílico absoluto e HCl na proporção 85:15 (v/v).
- Solução pH 1,0: KCl (0,2 N) e HCl (0,2N) na proporção 25:67 (v/v).
- Solução pH 4,5: Acetato de Sódio (1N), HCl e Água na proporção 100:60:90 (v/v).

### 4.1.3 Equipamentos

- Balança analítica (RADWAG - WTB 3000);
- Centrifuga (TECNAL – CELM);
- Espectrofotômetro (FEMTO – Cirrus 80);
- pHmetro (TECNOPON – MODELO Mpa – 210).

## 4.2 MÉTODOS

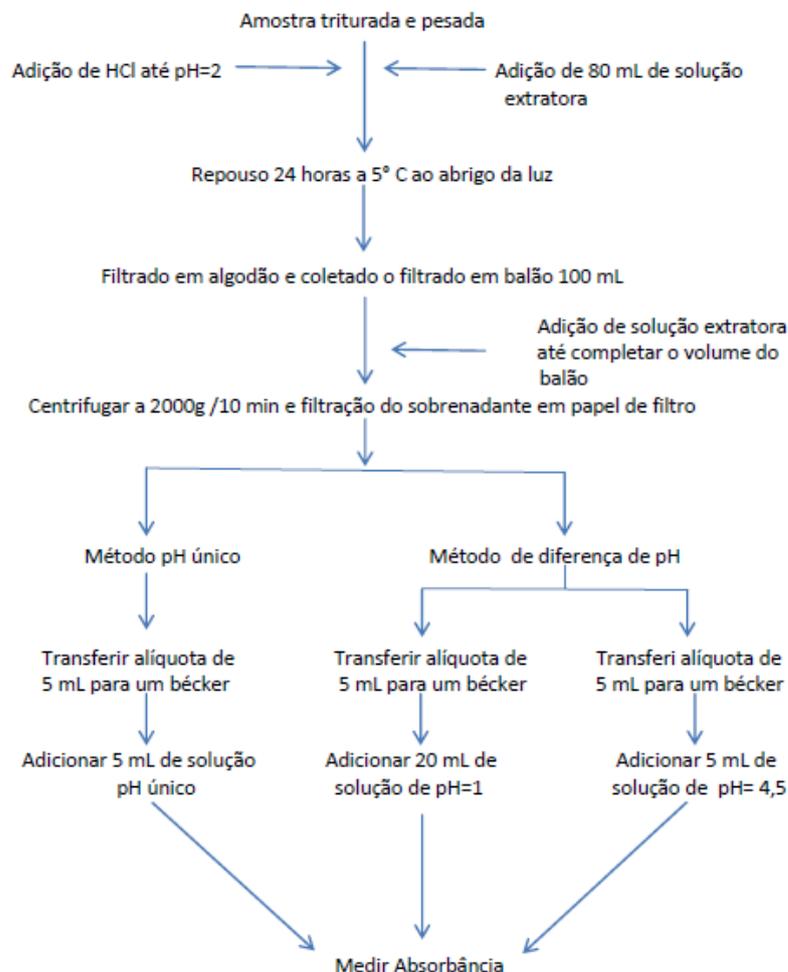
### 4.2.1 Preparo das amostras

O preparo das amostras de fruta e de polpa para a análise foi realizado como segue. As frutas foram trituradas com pistilo em almofariz. Obteve-se 35 g de geléia que foi

transferido para erlenmeyer e adicionado 80 mL de solução extratora e ajustado o pH em 2 com HCl. Em seguida, foi passado papel filme e papel alumínio para ficar ao abrigo da luz, e logo após foi colocado no refrigerador a 5°C por 24 horas para extração da antocianina, e assim dado continuidade as análises.

#### **4.2.2 Extração e quantificação das antocianinas**

Foi efetuada a análise de antocianina de acordo com o método de Teixeira; Stringheta; Oliveira (2008), mediante extração com etanol acidificado com HCl, conforme descrito no fluxograma da figura 4. Para o método de pH Diferencial, foram utilizadas soluções tampão pH 1,0 e 4,5. O equipamento usado na leitura das absorbâncias foi o espectrofotômetro UV da marca FEMTO – Cirrus 80, no comprimento de onda de 535 nm. A diferença de absorvância observada espectrofotometricamente possibilitou, por diferença direta, estimar a fração real de antocianina presente nas amostras de pH Único como também de pH Diferencial.



**Figura 4 - Fluxograma do método de extração de antocianina (In: TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008, p. 300)**

O método para pH Único consistiu da transferência quantitativa de uma alíquota (VAIq) de 5 mL do Extrato Concentrado (100 mL de solução – amostra mais Solução Extratora), para um béquer de 100 mL e acrescentado 5 mL de solução Etanol 95% – HCl 1,5N (85/15), formando dessa maneira o Extrato Diluído (ED), no total de 10 mL.

Para o método de pH Diferencial consistiu da mesma forma do pH Único, apenas o Extrato Diluído do pH 1,0 foi no total de 25 mL (5 mL de alíquota do Extrato Concentrado mais 20 mL de solução KCl (0,2 N) e HCl (0,2N) na proporção 25:67). E para o pH 4,5 o Extrato Diluído foi no total de 10 mL (5 mL de alíquota Extrato

Concentrado mais 5 mL de Acetato de Sódio (1N), HCl e Água na proporção 100:60:90).

Os valores de absorvância (DO) foram contrastados com os valores dos brancos (Solução Etanol-HCl 1,5N na proporção de 85:15). Sendo o cálculo do teor de Antocianinas Totais (AntT) expresso em mg por 100 gramas da fração avaliada, efetuado de acordo com a Equação 1.

$$\text{AntT} = \frac{\frac{\text{DO} \times \text{VE1} \times \text{VE2} \times 100}{\text{E}_{1\text{cm}}^{1\%}}}{\text{Valq} \times \text{m} \times 982} = \frac{\text{DO} \times \text{VE1} \times \text{VE2} \times 1000}{\text{Valq} \times \text{m} \times \text{E}_{1\text{cm}}^{1\%}}$$

10

#### **Equação 1 - Equação da quantificação das antocianinas**

Onde,

DO: Densidade ótica do extrato diluído

V<sub>E1</sub>: Volume total do extrato concentrado

V<sub>E2</sub>: Volume total do extrato diluído

Valq: Volume da alíquota utilizado na diluição do extrato concentrado

m: Massa da amostra.

100: Fator de Correção para que resultado seja expresso em 100 gramas de Amostra.

E<sub>1cm</sub><sup>1%</sup>: Coeficiente de Extinção

10: Constante para correção do Coeficiente de Extinção de modo a expressar o resultado em mg de Antocianina / 100 gramas de Amostra.

O Coeficiente de Extinção foi o utilizado segundo a metodologia de Teixeira *et al* (2008), adotando para pH Único (pH 2,0) valor de 982 e para o método do pH Diferencial 873 e 775 respectivamente para os pHs 1,0 e 4,5.

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1 ABSORBÂNCIAS OBTIDAS

Após extração das antocianinas presentes nos extratos hidroalcoólicos das amostras estudadas, utilizando metodologia citada anteriormente, foi possível a quantificação de seu teor, através da leitura em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 535 nm, obtendo as seguintes absorvâncias mostradas na tabela 1.

ESCALA DE pH	AMOSTRA DE FRUTA Nº 1	AMOSTRA DE FRUTA Nº2	AMOSTRA DE POLPA Nº1	AMOSTRA DE POLPA Nº2
pH 1,0 (diferencial)	0,273	0,273	0,249	0,221
pH Único ( pH 2,0)	1,193	1,108	0,866	0,899
pH 4,5 (diferencial)	0,184	0,148	0,153	0,167

**Tabela 1 - Resultado das absorvâncias obtidas da extração de antocianina**

Para efeito de cálculo, foi feita uma média das absorvâncias das amostras de fruta, como também das amostras de polpa, sendo demonstradas na tabela 2.

MÉDIA	pH 1,0	pH Único (pH 2,0)	pH 4,5
FRUTA	0,273	1,1505	0,166
POLPA	0,235	0,882	0,160

**Tabela 2 - Média das absorbâncias obtidas nas amostras de fruta e polpa**

Na tabela 2, pôde se observar que as maiores absorbâncias foram no pH 2,0, comprovando assim que o método de pH Único, mediante a extração de antocianina, em uma solução de álcool etílico absoluto com HCl, foi a mais eficiente na extração, já que os valores de absorbância, tanto da amostra de polpa como de fruta, foram significativamente superiores aos demais.

As soluções no pH Único tanto da polpa quanto da fruta apresentaram coloração vermelha no máximo de absorção, na faixa dos 535 nm. Segundo Lopes *et al.* (2007), a coloração vermelha apresenta característica do equilíbrio ácido-base de protonação da estrutura do cátion *flavilium*.

Ainda em pH ácido, pH 4,5, o extrato apresentou uma coloração vermelha menos intensa (rósea) quase incolor e seu espectro de ultravioleta apresentou fraca absorção na região de 535 nm, que segundo Lopes *et al.* (2007), esta diminuição na coloração deve-se a formação de carbinol em solução levemente ácida.

Segundo Bordignon *et al.* (2009), a mudança nos máximo de absorção deve-se às reações de equilíbrio que ocorrem com o cátion *flavilium*, quando se eleva o pH do meio. Essas reações levam a uma configuração estrutural das antocianinas em que, conforme aumenta o pH, ocorre uma diminuição do número de ligas duplas conjugadas, que são responsáveis pelo aumento nos máximos de absorção das substâncias, pela protonação do cátion *flavilium*. Com a diminuição das ligas duplas conjugadas, os máximos de absorção das antocianinas tendem a diminuir, o que caracteriza a perda de coloração, sendo que para melhor entendimento, pode ser observado esse processo na figura 2, mostrada acima.

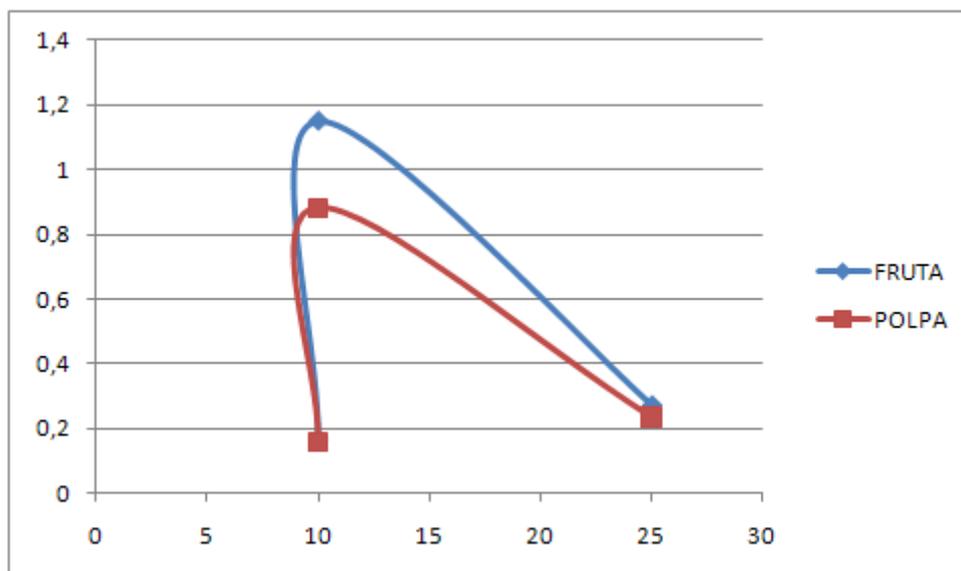
No pH 1,0, segundo a metodologia de Teixeira; Stringheta; Oliveira (2008), utiliza-se solução de KCl (0,2 N) com HCl (0,2N), na proporção 25:67 (v/v), que forma complexação com as estruturas de antocianinas e causa mudança na coloração da solução, obteve-se assim coloração alaranjada. Segundo Brilhante *et al.* (2013), substâncias químicas podem interferir na estrutura das antocianinas e alterar a coloração. Sendo assim, esse pH apresentou uma absorvância menor que no pH Único.

Na figura 5, apresenta as soluções dos pHs com suas respectivas colorações.



**Figura 5 - Sequência de coloração dos pHs, da direita para a esquerda apresenta o pH 2,0, pH 1,0 e o pH 4,5**

Pôde-se observar também, que há uma grande diferença nas médias das absorvâncias de fruta em relação à de polpa. Essa diferença foi observada tanto no método de pH Único quanto no método de pH Diferencial, sendo melhor analisado através do gráfico 1, em que apresenta a solução de Extrato Diluído (mL) pela absorvância. Sendo que essa diferença foi melhor entendida após os cálculos de obtenção da concentração em g/100 mL de antocianinas em cada amostra de polpa e de fruta.



**Gráfico 1 - Comparação entre a absorbância obtida em relação à concentração (Extrato diluído)**

## 5.2 CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINA EM CADA AMOSTRA

Os valores das concentrações de antocianinas através dos cálculos com as absorbâncias obtidas de cada amostra, tanto da fruta quanto da polpa pode ser analisado na tabela 3, que apresenta os resultados da concentração de antocianina em mg em 100 mL de amostra.

AMOSTRA	pH 1,0	pH Único ( pH 2,0)	pH 4,5
<b>FRUTA (MÉDIA)</b>	4,4617 mg / 100 g	8,7466 mg / 100 g	1,2224 mg / 100 g
<b>POLPA (MÉDIA)</b>	3, 8418 mg / 100 g	5,1274 mg / 100 g	1,1785 mg / 100 g

**Tabela 3 - Resultado da quantidade de antocianina presente em cada amostra expresso em mg/100 g**

Para fim de comparação da extração de antocianina entre o pH Único e o pH Diferencial, foi necessário fazer uma subtração entre os resultados da quantidade

de antocianina entre o pH 1,0 e o pH 4,5 para obtenção do pH Diferencial, conforme mostrado na tabela 4.

<b>pH Diferencial</b>	<b>FRUTA</b>	<b>POLPA</b>
<b>(pH 1,0) - (pH 4,5)</b>	3,2393 mg/100 g	2, 6633 mg/100 g

**Tabela 4 - Média dos pHs para obtenção do pH Diferencial**

Segundo Campos (2006), o método do pH Diferencial tem sido amplamente utilizado para obtenção de antocianinas, consiste na obtenção de espectros das soluções em dois valores de pHs, visto que com a alteração do pH, observam-se transformações nas estruturas das antocianinas e, conseqüentemente, nas cores das soluções onde estão contidas. Sendo que a absorvância das soluções 535 nm em pH 1,0 é proporcional à concentração das antocianinas presentes no extrato e a absorvância lida para a solução de pH 4,5 refere-se aos produtos de degradação das antocianinas, as antocianidinas, que não possuem a propriedade de alterarem a coloração da solução em que se encontram em função do pH.

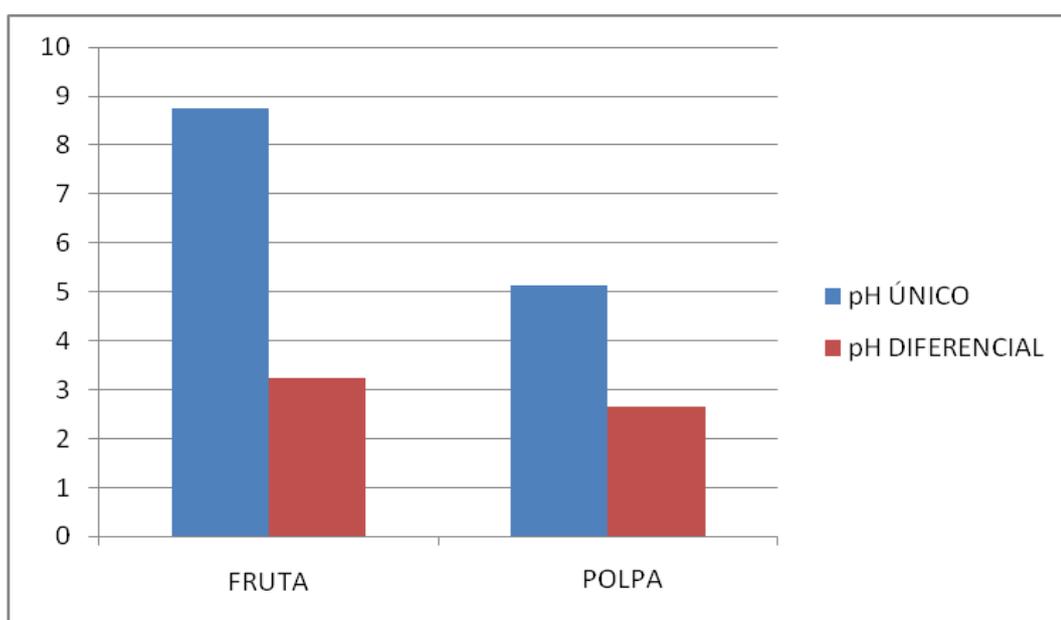
Desta forma, o método de pH Diferencial consiste na diferença de pH para obtenção apenas da concentração de antocianina sem a presença de interferentes, que segundo Campos (2006), esse termo “interferentes” refere-se a outros compostos polifenólicos, açúcares, ácidos ou mesmo as antocianidinas, que geralmente após extração, contêm além dos pigmentos de interesse, outros compostos polares e que mesmo após a purificação, ainda pode conter as antocianidinas.

Porém, Campos (2006) afirma que a quantificação de antocianinas em extratos de fruta ou vegetais frescos onde, geralmente, há poucos componentes interferentes, realiza-se a leitura da absorvância do extrato diluído em álcool acidificado em um único comprimento de onda situado na região do visível, entre 465 e 550 nm. Sendo assim, como a fruta analisada era fresca, o método de pH Único foi eficaz, obtendo assim a maior concentração de antocianina.

Já no caso da amostra de polpa, o método de pH Único foi também o que mais se extraiu antocianina, mas como não se sabe quanto tempo o morango usado na produção da polpa ficou armazenado na indústria antes do processamento, não se pode afirmar que a fruta utilizada na produção da polpa era fresca, sendo este um fato que pode explicar também a maior concentração de antocianina na amostra de fruta do que na amostra de polpa.

### 5.3 COMPARAÇÃO DA DIFERENÇA NA CONCENTRAÇÃO DE ANTOCIANINA ENTRE A FRUTA E A POLPA

O gráfico 2 mostra a diferença existente na concentração de antocianina entre a amostra de fruta e de polpa, no pH Único e no pH Diferencial.



**Gráfico 2 - Diferença entre as concentrações de antocianinas na amostra de fruta e polpa em relação ao pH Único e o pH Diferencial**

A concentração de antocianina, tanto no pH Único quanto no pH Diferencial, foi maior na fruta do que na polpa. Isso se deve ao fato do processamento da polpa conter água no preparo, diluindo assim a concentração de antocianina. Segundo

Lopes *et al.* (2007), as antocianinas são moléculas polares em razão de grupos substituintes (hidroxilas, carboxilas e metoxilas) e glicosilas residuais ligados aos seus anéis aromáticos, sendo portanto solúveis em água.

Devido ao fato das polpas comercializadas apresentarem um prazo em média de validade de 2 anos, ficando por muito tempo armazenadas em congeladores, esse fator interfere na diminuição da concentração de antocianina. Pois segundo Lopes *et al.* (2007), fatores como temperatura podem interferir na quantidade de antocianina presentes nos alimentos.

Segundo Andrade (2004), durante a etapa de processamento térmico da polpa, ocorre reações enzimáticas, em que o grupo Polifenoloxidasas (PPO), em baixa resistência térmica (à partir de 70°C), rompe as estruturas celulares dos tecidos e em presença de ar catalizam a oxidação de substâncias como as antocianinas, gerando compostos escuros.

Conservantes adicionados durante o processamento da polpa nas indústrias podem interferir nas estruturas das antocianinas, diminuindo assim a concentração dessas. Como por exemplo, a adição de SO<sub>2</sub> que segundo Andrade (2004), é permitido até 0,1 g/Kg para conservação da polpa congelada, porém este composto altera o pigmento antocianina.

A perda relacionada nesse trabalho em relação à polpa da fruta foram de 63% e 48% respectivamente para o pH Único e para o pH Diferencial. Sendo que a maior diferença, na diminuição de antocianina na polpa, foi no pH Único devido a esse pH ser o que mais se extraiu antocianina em relação ao pH Diferencial.

#### 5.4 PORÇÃO DIÁRIA DE MORANGO E QUANTIDADE DE ANTOCIANINA INGERIDA

Segundo Cardoso; Leite; Peluzio (2011), estima-se que a ingestão de antocianinas nos Estados Unidos, principalmente na forma de cianidina, esteja em 12 mg/dia por indivíduo, a qual é maior que outros flavonóides. Sendo assim, como a cianidina é uma das estruturas de antocianina mais encontrada no morango e juntamente com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível estimar a quantidade a ser ingerida

de morango por dia a fim de se ter uma alimentação rica em antocianina, importante para a saúde da população.

Essa estimativa foi feita em relação ao pH Único devido ao fato desse método ter extraído maior concentração de antocianina, portanto a quantidade a ser ingerida de fruta de morango é de 137 g/dia e para polpa de morango é de 234 g/dia, para poder ter a porção de antocianina recomendada por indivíduo.

## 6 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos, concluí-se que a extração de antocianinas foi maior no método de pH Único do que no método do pH Diferencial. Isto indica, que para morangos, o método do pH Único foi mais eficiente.

Os valores de antocianinas encontrados na fruta e polpa respectivamente de 8,75 mg/100g e 5,13 mg/100g no método de pH Único. Comprovou-se desta forma, uma perda de 63% de antocianinas na polpa congelada de morango.

Com os valores obtidos nas análises, e segundo a recomendação norte americana, da ingestão de 12 mg/dia de antocianina por individuo, foi possível estimar a quantidade de fruta e de polpa de morango necessária para se consumir tal porção: 137g de fruta/dia e 234g polpa/dia.

## REFERÊNCIA

ANDRADE, Artur R. D. **Processamento Industrial de Polpa de Fruta** – Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2004. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/laboratorios/lta/index.php/extensao/processamento-industrial-de-polpa-de-fruta>>. Acesso em: 30 set. 2014.

ANTUNES, Luis Eduardo Corrêa; REISSER JUNIOR, Carlos. **Caracterização da produção de morangos no Brasil**. 2007. Disponível em: <[http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango-situacao-Importancia\\_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf](http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango-situacao-Importancia_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2013.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2000. **Resolução – CNNPA nº 12, de 24 de setembro de 1978**. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12\\_78\\_polpa.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78_polpa.htm)>. Acesso em: 30 set. 2014.

BORDIGNON JR. C. L.; FRANCESCATTO V.; NIENOW A. A.; CALVETE E.; REGINATTO F. H. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v..29, n.1, jan/mar, 2009.

BRAGANTE, AG. **Fabricação de polpa e néctar de frutas**. 2009. Disponível em: <<http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20Polpa%20e%20N%C3%A9ctar%20de%20Frutas.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2014.

BRILHANTE, S. E. T.; NETO, F. B. O.; ALCÂNTARA, L. A.; BERTINI, L. M. Determinação do teor de antocianinas e sua influência na variação da coloração dos extratos de flores do Oeste Potiguar. In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 2013. Rio Grande do Norte. Brasil. **Resumos**. Rio Grande do Norte: IFRN, 2013.

CAMPOS, Daniella Dias Palombino. **Extração, Purificação e Isolamento de Antocianinas de Jabolão (*Syzygium cumini*) e Avaliação dos seus Efeitos Biológicos**. 2006. 121p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química. Departamento de Química Analítica. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Campinas, 2006.

CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. C. G. Efeito biológico das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciências Químico - Farmacêuticas**, v.40, n.1, jan/jun, 2011, p. 116-138.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Tradução de Adriano Brandelli. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

DANTAS, Patrícia Lopes. **Morango**. 2013. Disponível em: <<http://www.mundoeducacao.com/biologia/morango.htm>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Morango: Conservação de morango para a elaboração de produtos industrializados**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap14.htm#conservaq>>. Acesso em: 05 out. 2014.

LIMA, Andréia Alves. **Estrutura e reatividade de complexos de íons metálicos com flavonols, antocianinas e antocianidinas**. 2007. 189p. Dissertação (Doutorado) – Instituto de Química. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira Agrociência**, v.13, n.3, jul/set, 2007, p. 291-297.

MARTIM, Emerson. Projeto Integrado de Disciplinas de Graduação – Produção de Polpa de Morango. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 33, 2005, Campina Grande, Pernambuco. **Anais do Projeto Integrado de Disciplinas de Graduação – Produção de Polpa de Morango**, setembro, 2005. 9p.

SALEM, Shâmia. **Morango é antioxidante e reforça o sistema imunológico; aproveite a temporada**. 2012. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2012/08/06/aproveite-a-temporada-e-os-baixos-precos-domorango-para-ganhar-saude-e-beleza.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

SANTOS, Audrey Chaves. **O benefício dos alimentos vermelhos em nosso organismo**. 2009. Disponível em: <<http://www.anutricionista.com/o-beneficio-dos-alimentos-vermelhos-em-nosso-organismo.html>>. Acesso em: 10 jun. 2014

SILVA, Roberta da Silva. **Potencial antioxidante correlacionado com fenóis totais e antocianinas de cultivares de amora-preta, mirtilo, morango e pêssego**.

2007. 58p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Rio Grande do Sul, Pelotas, 2007.

SILVEIRA, Roberta. Expectativa de produtores de morangos do interior de São Paulo é recuperar as perdas do ano passado. **RURALBR AGRICULTURA**. 2013. Disponível em: <[www.ruralbr.com.br](http://www.ruralbr.com.br)>. Acesso em: 30 nov.2013.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, jul/ago, 2008, p. 297-304.

TIEPPO, Priscila. **Para antecipar colheita, gaúchos produzem morangos suspensos e sem terra.** Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/agronegocio/noticias/redacao/2013/11/07/plantacao-sem-terra-e-fora-do-solo-antecipa-producao-de-morangos-no-sul.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2013.